

27 SEP 2004

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2003 年 10 月 9 日 (09.10.2003)

PCT

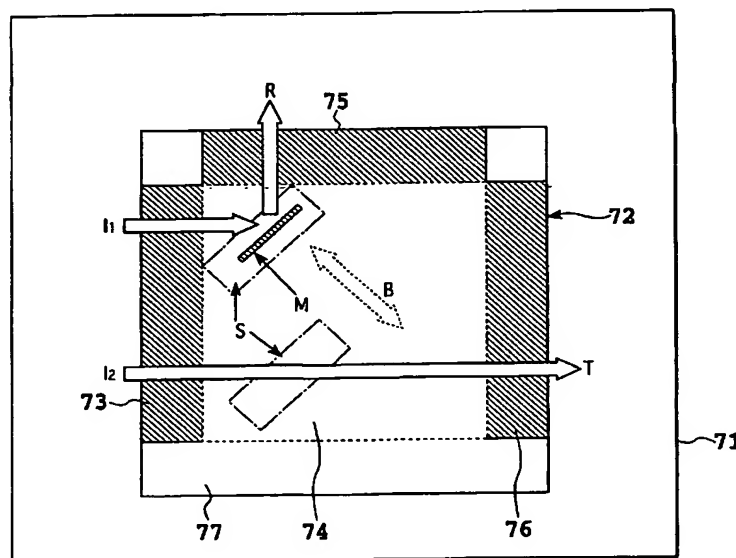
(10) 国際公開番号
WO 03/083550 A1

- (51) 国際特許分類⁷: G02B 26/08, 26/02 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): エヌティ
ティエレクトロニクス株式会社 (NTT ELECTRON-
ICS CORPORATION) [JP/JP]; 〒150-0043 東京都 渋谷
区 道玄坂一丁目 1 2 番 1 号 Tokyo (JP). 株式会社
ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒100-8331
東京都 千代田区 丸の内三丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/03877
- (22) 国際出願日: 2003 年 3 月 27 日 (27.03.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 車田 克彦 (KU-
RUMADA, Katsuhiko) [JP/JP]; 〒150-0043 東京都 渋谷
区 道玄坂一丁目 1 2 番 1 号 エヌティエレクト
ロニクス株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 玉村 敏
昭 (TAMAMURA, Toshiaki) [JP/JP]; 〒150-0043 東京都
渋谷区 道玄坂一丁目 1 2 番 1 号 エヌティエレクト
ロニクス株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 金谷
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-91405 2002 年 3 月 28 日 (28.03.2002) JP
特願2003-81362 2003 年 3 月 24 日 (24.03.2003) JP

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL DEVICE

(54) 発明の名称: 光学装置



(57) Abstract: An optical device in which the optical path of signal light is switched or the quantity of a light beam is regulated by holding an insertion plate on a planar cantilever having electric wiring, disposing a planar magnet oppositely to the surface of the cantilever opposite to the surface on the optical waveguide side, controlling a current being fed to the electric wiring under that state, driving the insertion plate by displacing the cantilever with a Lorentz force based on interaction between of the current and the magnetic field, thereby inserting the insertion plate into a slit made in the optical waveguide or drawing out the insertion plate therefrom while moving it up and down.

(57) 要約: 挿入板を、電気配線を備える板状のカンチレバーに保持し、このカンチレバーの光導波路側の面とは反対側の面に対向して板状の磁石を配置し、この状態で電気配線に流す電流を制御し、電流と磁場との相互作用に基づ

[続葉有]

BEST AVAILABLE COPY

WO 03/083550 A1



正敏 (KANAYA,Masatoshi) [JP/JP]; 〒150-0043 東京都渋谷区道玄坂一丁目12番1号 エヌティティエレクトロニクス株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 佐藤 誠 (SATO,Makoto) [JP/JP]; 〒150-0043 東京都渋谷区道玄坂一丁目12番1号 エヌティティエレクトロニクス株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 鈴木美彦 (SUZUKI,Yoshihiko) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 谷 義一 (TANI,Yoshikazu); 〒107-0052 東京都港区赤坂2丁目6-20 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO,

NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

光学装置

技術分野

- 5 本発明は、光学装置に関し、より詳細には、磁石の作用により反射ミラー板や光ビーム遮蔽板を駆動させて動作させる光導波路型マトリクス・スイッチや可変減衰器等の光学装置に関する。

背景技術

- 10 従来、光スイッチの構成として光導波路の途中に配置される遮蔽板を可動させて光導波路からの光ビームを遮断あるいは透過させる光スイッチが知られており、特開平 0 5 - 2 5 7 0 6 9 号公報および特開平 0 2 - 1 3 1 2 1 0 号公報にその具体的な構成が記載されている。以下においては、特開平 0 5 - 2 5 7 0 6 9 号公報に記載の構成を有する光スイッチを従来技術 A とし、特開平 0 2 - 1 3 1 2
15 1 0 号公報に記載の構成の光スイッチを従来技術 B として、従来技術を説明する。

- 図 1 2 は、従来技術 A として開示された光スイッチの構成を説明するための平面図で、この光スイッチは、基板上に形成される光導波路 1 1 1 を横断する溝部 1 1 2 の内部 1 1 3 に設けられた溝方向に沿って移動可能なガラス片 1 1 5 と、
20 ガラス片 1 1 5 の両端部に、溝部 1 1 2 と連通して内部に液体金属（水銀） 1 1 6 を保持する液体金属保持溝 1 1 7 と、液体金属保持溝 1 1 7 の内部に保持された液体金属 1 1 6 の各々に電流を流すための電極 1 1 8 A および B ならびに 1 1 9 A および B と、電流が流れる方向に対して直交する方向に磁界を印加するための図示しない磁場印加部とを備えている。
- 25 そして、液体金属 1 1 6 に電流を流した際にこの電流が流れる方向（X 方向）に対して直交する方向（Z 方向）に磁界を印加し、液体金属 1 1 6 にローレンツ

力を作用させて液体保持溝内をY方向に移動させ、ガラス片の一部に設けた金属鏡114が光導波路111を遮断するようにガラス片を移動させる。また、電流の向きを上記と逆にして金属鏡114を光導波路111から退避させて光導波路111を通ってきた入力光を透過させる。このように、液体金属116に流す電流の向きを制御することで、光導波路111内を伝播する光を遮断／透過させて光スイッチとするものである。この構成の光スイッチの場合には、磁界を基板の上下方向（Z方向）に生成させるための磁石（不図示）が基板の上下に配置されることになる。

図13は、従来技術Bとして開示された光スイッチの構成を説明するための断面の概略図で、121は導電性材料からなる変位板、122は変位板121の先端に設けられ伝播光を遮断／透過するエレメント、124は変位板121の後端側を支持する絶縁層、125はスイッチ、126は電源、128は光導波路、127は光導波路128間に設けられた間隙、123は光の導波方向に沿って光導波路128の表面に設けられた導電性材料層である。

図13に示された構成の光スイッチでは、電圧印加によって変位板121と導電性材料層123との間に作用する静電気力によってエレメント122が基板垂直方向（紙面の上下方向）に移動して光を遮断／透過する光スイッチ動作が行なわれる。

ところで、上述の従来技術Aの光スイッチの構成では、可動部分を動作させるための液体金属保持溝や電極などで構成される駆動部を光導波路内に配置するためのスペースが必要とされるために、駆動部を含む光スイッチ全体は大型化してしまう。特に、光スイッチエレメント複数個を同一の基板上にマトリックス状に配置するような場合には、上記の駆動部用スペースが光スイッチエレメントの高密度集積化の障害となるという問題がある。

一方、上述の従来技術Bの光スイッチの構成では、遮蔽板の運動方向が基板と垂直であり、光導波路上方の空間から光導波路にアクセスする構造となっている

ために光導波路内に駆動機構を配置する必要はなく、この点では光導波路の項密度集積化に適する構成といえる。しかしながら、この構成は駆動力として静電気力を利用するものであることから駆動のために高電圧を必要とし、周辺電子回路や装置が大型化してしまい、光スイッチ装置全体の小型化には限界がある。

- 5 したがって、これらの構成の各々の技術的利点であるところの「ローレンツ力駆動」と「可動部の垂直移動」とを両立可能な駆動方式とすれば、光導波路の高密度集積化と装置の小型化とが同時に実現可能となるが、かかる光スイッチ（光学装置）の構成は知られていない。

10 発明の開示

本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、光の遮断／透過を操作する遮蔽板が基板の垂直方向にローレンツ力で動作する、小型化と高密度集積化に適する光学装置（光スイッチ）を提供することにある。

- 15 本発明の目的は、基板上に設けられた多角平面状の光導波路の所望の位置に少なくとも1つのスリットを備え、該スリットへ挿入板を上下動させて出し入れすることにより信号光の光路の切換もしくは光ビームの光量の調整を行なうための光学装置において、電気配線を有し前記挿入板を保持する板状の挿入板保持手段と、該挿入板保持手段の光導波路側の面とは反対側の面に対向して配置される板状の磁石とを備え、前記電気配線に流れる電流と前記磁石により発生する磁場と
- 20 の相互作用に基づくローレンツ力により前記挿入板保持手段に変位を加えて前記挿入板を駆動させるように構成することによって達成される。

また、このような光学装置において、前記磁石は、前記光導波路上への垂直方向からの投影像が該光導波路面内に収まる大きさと形状とを有するようにしてもよい。

- 25 さらに、前記磁石は、前記光導波路上へ垂直方向から投影した輪郭の直線部分の伸長方向が該磁石により生じる磁界方向と直交しないように配置されるように

光学装置を構成することとしてもよい。

図面の簡単な説明

- 第 1 図は、本発明の光学装置に備えられる光導波路の第 1 の構成例を説明する
5 ための平面図、
- 第 2 図は、本発明の光学装置に備えられる光導波路に設けられる挿入板とスリット部との関係を説明するための断面の概略図、
- 第 3 図は、本発明の光学装置に備えられる光導波路のスリット部と挿入板近傍の第 1 の構成例を説明するための断面図、
- 10 第 4 図は、第 3 図に示した磁石から発生している磁力線の様子を説明するための図、
- 第 5 図は、全領域を磁石の外側にまで広げた構成の光導波路を説明するための図、
- 第 6 図は、本発明の光学装置である光導波路に備える磁石の形状例を説明する
15 ための光導波路の平面図、
- 第 7 図は、本発明の光学装置である光導波路に備える磁石の他の形状例を説明するための光導波路の平面図、
- 第 8 図は、本発明の光学装置である光導波路の構成例を説明するための平面図、
- 第 9 図は、本発明の光学装置である光導波路に備える挿入板とスリット部との
20 関係を説明するための断面の概略図、
- 第 10 A 図および第 10 B 図は、第 9 図において示した挿入板とカンチレバーとを下側から眺めた場合の平面図、
- 第 11 図は、本発明の光学装置である光導波路のスリット部と挿入板近傍の構成例を説明するための断面図、
- 25 第 12 図は、従来技術 A として開示された光スイッチの構成を説明するための平面図、

第13図は、従来技術Bとして開示された光スイッチの構成を説明するための断面の概略図である。

発明を実施するための最良の態様

5 以下に、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

(実施例1)

図1は、本発明の光学装置の第1の構成例を説明するための平面図で、この光学装置に備えられる光導波路72は、矩形の光導波路の支持基体71の上に設けられており、各々が異なる役割を担う5つの導波路領域から構成されている。

10 領域1(73)は、任意の数の光ファイバとの光信号入力側接続端面を含む領域であり、領域4(76)は、領域1(73)から入力されスリット部S内を透過して直進してきた光信号の出力側に相当する光ファイバ接続端面を含む領域である。また、領域3(75)は、領域1(73)から入力されスリット部S内で反射された光信号の出力側に相当する光ファイバ接続端面を含む領域であり、領域5(77)は光導波路の出力用光ファイバ接続端面を含まない領域である。

これらの領域に囲まれた矩形の領域2(74)には、スリット部Sが設けられており、このスリット部Sには磁場により駆動される挿入板Mの抜き差しが行なわれて信号光の進路制御がなされる。従って、領域2(74)には、挿入板Mを駆動させるために必要な磁場が印加される必要がある。

20 図1には、入力光導波路領域1(73)内の代表的な光導波路の状態を入力光である光ビーム I_1 と I_2 で例示している。光ビーム I_1 の場合には、挿入板Mがスリット部S内にあるために、入力ビーム I_1 は挿入板Mで反射され、反射出力側のファイバ接続用領域3(75)に属する反射光Rを出力することとなる。一方、光ビーム I_2 の場合には、スリット部S内に挿入板Mがない状態のために光ビーム
25 I_2 はスリット部S内を透過直進して出力光ファイバ接続領域である領域4(76)に透過光Tが出力される。

挿入板Mを磁場と電流により駆動させる場合には、磁場Bの方向と、図1のように上方向からみたスリットの断面に平行な面（あるいは挿入板のスリット内とその近傍に挿入板がつくる運動軌跡面）との成す角度が直角の場合が最も効率が高いため、磁場Bの方向が図1中の点線で示す矢印方向Bとなるように磁石が配置される。なお、挿入板Mは図示しないカンチレバーに固定接続され、挿入板Mとカンチレバーとが連動して駆動される。この駆動は、挿入板Mないし挿入板M近傍のカンチレバーに施した電気配線に流す電流を制御して行なわれる。

図2は、本発明の光学装置に備えられる光導波路に設けられる挿入板とスリット部との関係を説明するための断面の概略図で、基板81上に積層されたクラッド層82の上に入力ファイバ側光導波路コア83aおよび出力ファイバ側光導波路コア83bが形成され、これらの光導波路コアの上にクラッド層84が積層されて構成された光導波路の一部に、スリット部Sが形成されている。挿入板Mは、カンチレバー85に固定されており、少なくともカンチレバー85に設けられ紙面に直角方向に一定の長さ成分を有する電気配線86に流れる電流によって駆動されてスリット部S内に抜差しされる。

挿入板Mに作用する磁界は紙面に平行な成分をもち、この磁界成分が紙面に直角方向の成分を有する電気配線86の部分に作用して、電気配線86に電流が流れる場合にはフレミングの法則によりその流れる方向に応じて、カンチレバー85に上方向または下方向に駆動するローレンツ力を与える。なお、カンチレバー85に作用するローレンツ力が最大となる磁界方向は、挿入板Mの移動方向と直交する方向である。

図3は、本発明の光学装置に備えられる光導波路のスリット部と挿入板近傍の第1の構成例を説明するための断面図で、光導波路の支持基板92上に光導波路91が形成され、この光導波路91の上には、挿入板駆動機構（MEMS：micro-electromechanical system）を收容する領域であるMEMS收容域93を備えるMEMS支持基板94と磁石95とが配置さ

れている。

図4は、図3に示した磁石から発生している磁力線の様子を説明するための図で、理解を容易にするために、光導波路101側への磁力線のみを示したものである。磁力線は、磁石102から遠ざかるほど疎となり磁力は弱くなるから、図5におけるMEMS収容域93を磁石95になるべく近づけるように実装して、効率的に磁石の効果を発揮させて挿入板を駆動させることが望ましい。

すなわち、本実施例の光学装置は、電気配線を有しかつ挿入板を保持する板状の挿入板保持部と、この挿入板保持部の光導波路側の面とは反対側の面に対向して配置される板状の磁石とを備えており、電気配線に流れる電流と磁石により発生する磁場との相互作用に基づくローレンツ力により挿入板保持部に変位を加えて挿入板を駆動させるように構成されている。

なお、図5は全領域を磁石の外側にまで広げた構成の光導波路を説明するための図である。

(実施例2)

15 上述した実施例1の本発明の光学装置は、「ローレンツ力駆動」と「可動部の垂直移動」とを両立可能な挿入板の駆動方式とし、光導波路の高密度集積化と装置の小型化とが同時に実現可能となるという、従来の構成にない大きな利点を有する一方、以下のような改良点もある。

第1に、図3において、光導波路91と入力側および出力側ファイバ96、97との図面内の上下方向での位置関係を決定するに際しては、先ず、光信号の入力側ファイバ96と出力側ファイバ97のファイバコア98の中心を光導波路91の端面に高精度に位置合わせされた後に機械的に固定されるが、光導波路91の入出力端面に接続するファイバ96、97のファイバコア98の外側に設けられているファイバクラッド層99の半径は、現在の標準では百数十 μm であり、25 この値は、光導波路91を構成するコア層の厚みとクラッド層の厚みの和である数十 μm よりも大きく、ファイバクラッド層99の上端は、光導波路91の上端

よりも上方に位置することとなる。

このため、磁石 9 5 の下面を光導波路 9 1 の上面に近接させることの可能な距離は、ファイバクラッド層 9 9 の半径と光導波路 9 1 を構成するコア層の厚みとクラッド層の厚みの和との差分だけ制限されることとなり、磁石 9 5 を光導波路 9 1 に近接させて効率良く磁力を利用するための障害となってしまう。

第 2 に、この問題を解決するために、図 5 に示すように光導波路の全領域（領域 1 + 2 + 3 + 4 + 5）を磁石領域（領域 1 0）の外側にまで広げることとすると、光導波路が、光学装置の基本的機能を担うスリットの配置領域である領域 2 の 4 倍もの面積を占有せざるを得ず、光導波路チップの面積縮小化が制限されてしまう。

そこで、本実施例では、効率良い磁力利用を可能とし、かつ、さらなる光導波路チップの面積縮小化を可能とする本発明の光学装置について説明する。

図 6 は、本実施例の光学装置の光導波路に備える磁石の形状例を説明するための光導波路の平面図で、この光導波路 1 2 は、矩形の光導波路の支持基体 1 1 の上に設けられており、各々が異なる役割を担う 5 つの導波路領域から構成されている。

領域 1（1 3）は、任意の数の光ファイバとの光信号入力側接続端面を含む領域であり、領域 4（1 6）は、領域 1（1 3）から入力されて直進してきた光信号の出力側に相当する光ファイバ接続端面を含む領域である。また、領域 3（1 5）は、領域 1（1 3）から入力されてスリット部で反射された光信号の出力側に相当する光ファイバ接続端面を含む領域であり、領域 5（1 7）は光導波路の出力用光ファイバ接続端面を含まない領域である。

これらの領域に囲まれた矩形の領域 2（1 4）には、スリット部が設けられており、このスリット部には磁場により駆動される挿入板の抜き差しが行なわれて信号光の進路制御がなされる。従って、領域 2（1 4）には、挿入板を駆動させるために必要な磁場を発生させるための磁石 1 8 が設けられている。

この磁石 18 は、矩形の 4 隅 (a, b, c, d) を切欠いた 8 角形の形状を有し、光導波路 12 上への垂直方向からの投影像が光導波路 12 の領域内に収まる大きさと形状とを有している。これにより、領域 2 (14) 全域の磁場強度が均一となるとともに、光導波路 12 の全体の面積も図 7 に示した従来の光導波路に比較して小さくすることが可能となる。

図 7 は、本発明の光学装置の光導波路に備える磁石の他の形状例を説明するための光導波路の平面図で、この光導波路 22 は、矩形の光導波路の支持基体 21 の上に設けられており、各々が異なる役割を担う 5 つの導波路領域から構成されている。

領域 1 (23) は、任意の数の光ファイバとの光信号入力側接続端面を含む領域であり、領域 4 (26) は、領域 1 (23) から入力されて直進してきた光信号の出力側に相当する光ファイバ接続端面を含む領域である。また、領域 3 (25) は、領域 1 (23) から入力されてスリット部で反射された光信号の出力側に相当する光ファイバ接続端面を含む領域であり、領域 5 (27) は光導波路の出力用光ファイバ接続端面を含まない領域である。

これらの領域に囲まれた矩形の領域 2 (24) には、スリット部が設けられており、このスリット部には磁場により駆動される挿入板の抜差しが行なわれて信号光の進路制御がなされる。従って、領域 2 (24) には、挿入板を駆動させるために必要な磁場を発生させるための磁石 28 が設けられている。

この磁石 28 は、光導波路上へ垂直方向から投影した輪郭の直線部分の伸長方向が磁石により生じる磁界方向（この図の場合には、挿入板に直交する方向）と直交しないように配置され、その形状は、領域 2 (24) を覆う最小限の面積の矩形である。磁石 28 の形状をこのようにすることにより、領域 2 (24) 全域の磁場強度が均一となるとともに、光導波路 22 の全体面積の大きな縮小効果を得ることが可能となり、図 1 に示した構成の光導波路に比較して約 1/4 にまで縮小することが可能となる。

なお、図 7 に示した例では、磁石 28 の形状を、最も単純で作製が容易な矩形としたが、これに限定されるものではなく、磁界の向きが挿入板に直交し、磁石の端面がスリット部を覆う形状であれば良く、例えば菱形等であってもよい。

図 8 は、本発明の光学装置が備える光導波路の構成例を説明するための平面図で、この光導波路 32 は、矩形の光導波路の支持基体 31 の上に設けられており、各々が異なる役割を担う 5 つの導波路領域から構成されている。

領域 1 (33) は、任意の数の光ファイバとの光信号入力側接続端面を含む領域であり、領域 4 (36) は、領域 1 (33) から入力されスリット部 S 内を透過して直進してきた光信号の出力側に相当する光ファイバ接続端面を含む領域である。また、領域 3 (35) は、領域 1 (33) から入力されスリット部 S 内で反射された光信号の出力側に相当する光ファイバ接続端面を含む領域であり、領域 5 (37) は光導波路の出力用光ファイバ接続端面を含まない領域である。

これらの領域に囲まれた矩形の領域 2 (34) には、スリット部 S が設けられており、このスリット部 S には磁場により駆動される挿入板 M の抜き差しが行なわれて信号光の進路制御がなされる。従って、領域 2 (34) には、挿入板 M を駆動させるために必要な磁場が印加される必要がある。

図 8 には、入力光導波路領域 1 (33) 内の代表的な光導波路の状態を入力光である光ビーム I_1 と I_2 で例示している。光ビーム I_1 の場合には、挿入板 M がスリット部 S 内にあるために、入力ビーム I_1 は挿入板 M で反射され、反射出力側のファイバ接続用領域 3 (35) に属する反射光 R を出力することとなる。一方、光ビーム I_2 の場合には、スリット部 S 内に挿入板 M がいない状態のために光ビーム I_2 はスリット部 S 内を透過直進して出力光ファイバ接続領域である領域 4 (36) に透過光 T が出力される。

挿入板 M を磁場と電流により駆動させる場合には、磁場 B の方向と、図 8 のように上方向からみたスリットの断面に平行な面（あるいは挿入板のスリット内とその近傍に挿入板がつくる運動軌跡面）との成す角度が直角の場合が最も効率が

高いため、磁場Bの方向が図8中の点線で示す矢印方向となるように磁石を配置される。なお、挿入板Mは図示しないカンチレバーに固定接続され、挿入板Mとカンチレバーとが連動して駆動される。この駆動は、挿入板Mないし挿入板M近傍のカンチレバーに施した電気配線に流す電流を制御して行なわれる。

- 5 図9は、挿入板とスリット部との関係を説明するための断面の概略図で、基板41上に積層されたクラッド層42の上に入力ファイバ側光導波路コア43aおよび出力ファイバ側光導波路コア43bが形成され、これらの光導波路コアの上にクラッド層44が積層されて構成された光導波路の一部に、スリット部Sが形成されている。挿入板Mは、カンチレバー45に固定され、少なくともカンチレバー45に設けられ、紙面に直角方向に一定の長さ成分を有する電気配線46に流れる電流によって駆動されてスリット部S内に抜差しされる。

- 挿入板Mに作用する磁界は紙面に平行な成分をもち、この磁界成分が紙面に直角方向の成分を有する電気配線46の部分に作用して、電気配線46に電流が流れる場合にはフレミングの法則によりその流れる方向に応じて、カンチレバー45に上方向または下方向に駆動するローレンツ力を与える。なお、カンチレバー45に作用するローレンツ力が最大となる磁界方向は、挿入板Mの移動方向と直交する方向である。

- ここで、カンチレバーに加わるローレンツ力は、カンチレバー上の配線に流れる電流と磁場のベクトル積を配線に沿って線積分した量として与えられ、配線は閉曲線を形成しないことが重要である。例えば、後述の図10Aおよび図10Bに示すように、4辺形の3辺がカンチレバーの可動部分上にあり、図10Aおよび図10Bの開かれた1辺に相当する右側はカンチレバーに固定部分があり、配線はかかる固定部分から外部に引き出され、外部には磁界がないか又は著しく低くなる必要がある。

- 25 図10Aおよび図10Bは、図9において示した挿入板とカンチレバーとを下側から眺めた場合の平面図である。図10Aは、挿入板51aがカンチレバー5

2 a の伸長方向と直角に取り付けられている場合の平面図である。この場合には、磁場の方向が、紙面内にあって、かつ、カンチレバーの長手方向に平行な場合に、線積分としてのローレンツ力が最大となる。また、図 10 B は、挿入板 5 1 b がカンチレバー 5 2 b の長手方向に平行に取り付けられている場合の平面図である。

5 挿入板 5 1 a、5 1 b は、このようなバイメタルを構成する片持ち梁の自由端側が予め反り返りの状態にあるカンチレバー 5 2 a、5 2 b の自由端先端部分に固定支持される。カンチレバー 5 2 a、5 2 b に設けられた電気配線 5 3 a、5 3 b に流れる電流により生じるローレンツ力の作用によってカンチレバーの反りの量が増減する結果として、挿入板が運動する。

10 図 1 1 は、本発明の光学装置である光導波路のスリット部と挿入板近傍の構成例を説明するための断面図で、光導波路の支持基板 6 2 上に光導波路 6 1 が形成され、この光導波路 6 1 の上には、挿入板駆動機構 (MEMS) を収容する領域である MEMS 収容域 6 3 を備える MEMS 支持基板 6 4 と磁石 6 5 とが配置されている。

15 磁石 6 5 は、光導波路 6 1 上への垂直方向からの投影像が光導波路 6 1 の面内に収まる大きさと形状とを有し、その素材として好適には Nd - Fe - B 系の組成を持つ磁石が用いられるが、これに限定されるものではない。

20 なお、光導波路 6 1 とファイバクラッド層 6 9 とを有する入力側および出力側ファイバ 6 6、6 7 との図面内の上下方向での位置関係を決定するに際しては、まず、光信号の入力側ファイバ 6 6 と出力側ファイバ 6 7 のファイバコア 6 8 の中心を光導波路 6 1 の端面に高精度に位置合わせされた後に機械的に固定されて光学素子とされる。

25 また、図 1 1 には、支持基板 6 7 とファイバとを直接的に接合した構成が描かれているが、このような構成に限らず、接続端面を補強する目的で導波路端面に設けた補強板などからなるジョイントを介して支持基板 6 7 とファイバとを接続した構成としてもよい。

産業上の利用可能性

- 以上、説明したように、本発明の光学装置（光スイッチ）は、挿入板を電気配線を備える板状のカンチレバーに保持し、このカンチレバーの光導波路側の面と
- 5 は反対側の面に対向して板状の磁石を配置し、この状態で電気配線に流す電流を制御し、電流と磁場との相互作用に基づくローレンツ力によりカンチレバーに変位を加えて挿入板を駆動させ、光導波路に設けられたスリットへ挿入板を上下動させて出し入れすることにより信号光の光路の切換もしくは光ビームの光量の調整を行なうように構成される。また、この磁石を、光導波路上への垂直方向から
- 10 の投影像が光導波路面内に収まる大きさと形状としたり、あるいは、光導波路上へ垂直方向から投影した輪郭の直線部分の伸長方向が磁石により生じる磁界方向と直交しないように配置される。

- このような構成とすることにより、光の遮断／透過を操作する遮蔽板が基板の垂直方向にローレンツ力で動作する、小型化と高密度集積化に適する光学装置
- 15 （光スイッチ）を提供することが可能となる。

請求の範囲

1. 基板上に設けられた多角平面状の光導波路の所望の位置に少なくとも1つのスリットを備え、該スリットへ挿入板を上下動させて出し入れすることにより信号光の光路の切換もしくは光ビームの光量の調整を行なうための光学装置であって、

電気配線を有し前記挿入板を保持する板状の挿入板保持手段と、

該挿入板保持手段の光導波路側の面とは反対側の面に対向して配置される板状の磁石とを備え、

- 10 前記電気配線に流れる電流と前記磁石により発生する磁場との相互作用に基づくローレンツ力により前記挿入板保持手段に変位を加えて前記挿入板を駆動させることを特徴とする光学装置。

2. 前記磁石は、前記光導波路上への垂直方向からの投影像が該光導波路面内に収まる大きさと形状とを有することを特徴とする請求項1に記載の光学装置。

- 15 3. 前記磁石は、前記光導波路上へ垂直方向から投影した輪郭の直線部分の伸長方向が該磁石により生じる磁界方向と直交しないように配置されたことを特徴とする請求項1に記載の光学装置。

1/13

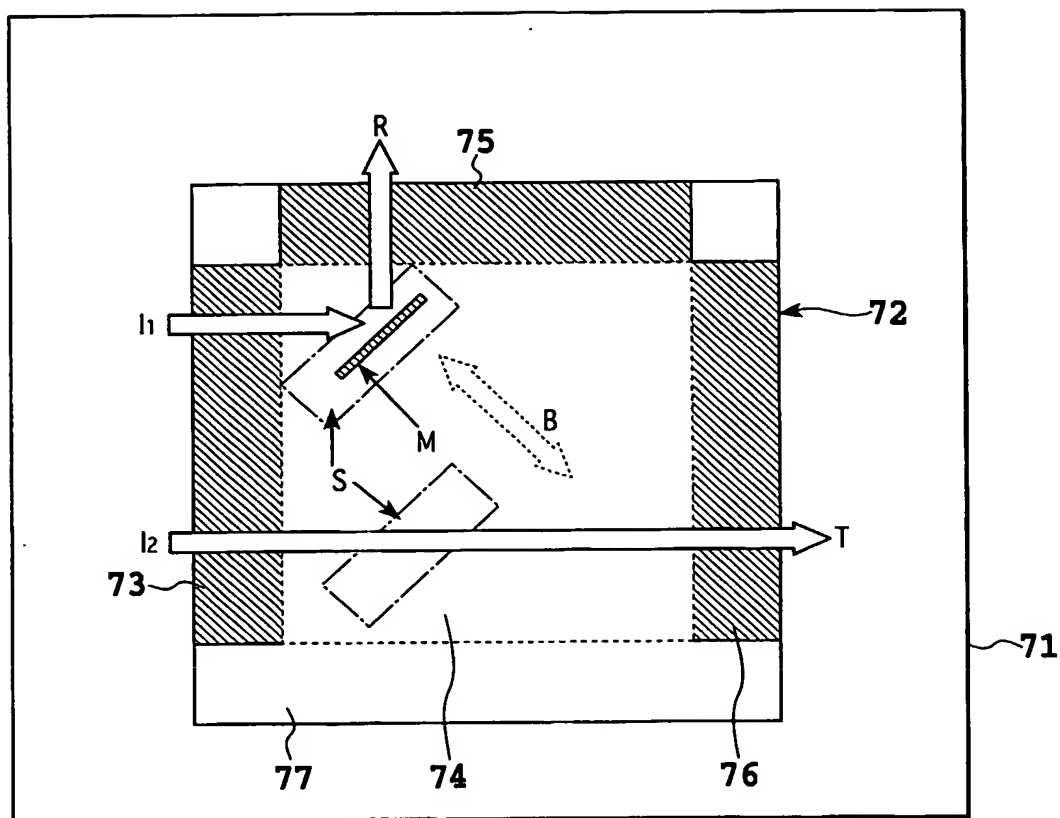


FIG.1

2/13

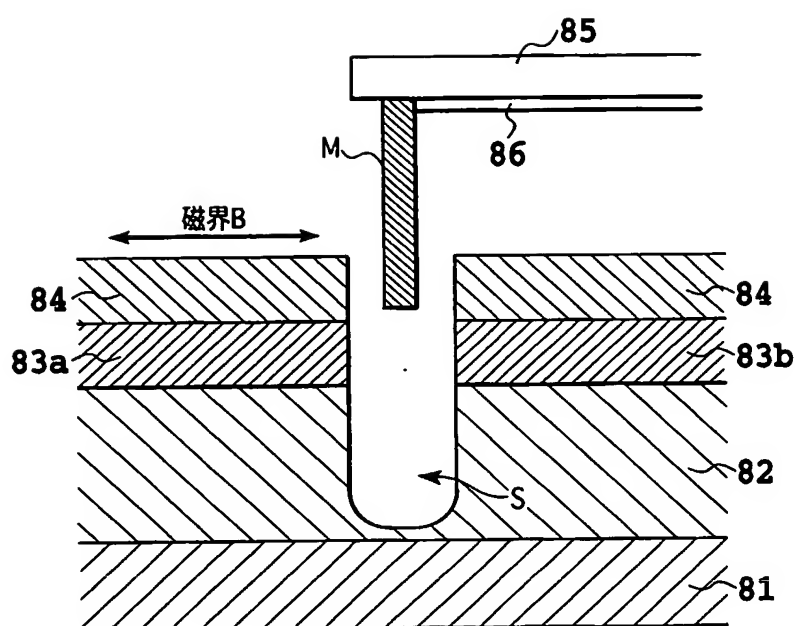


FIG.2

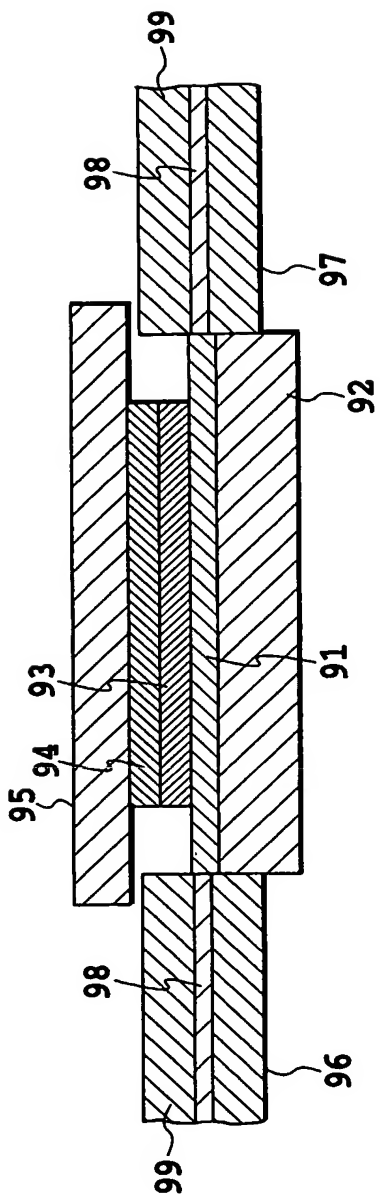
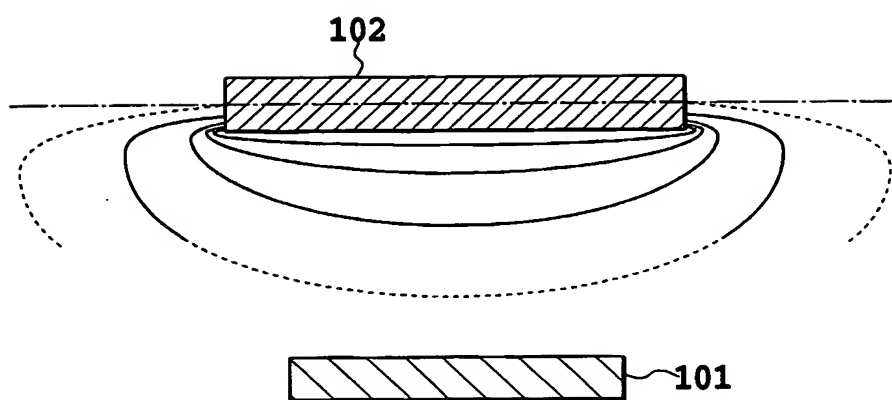


FIG.3

4/13

**FIG.4**

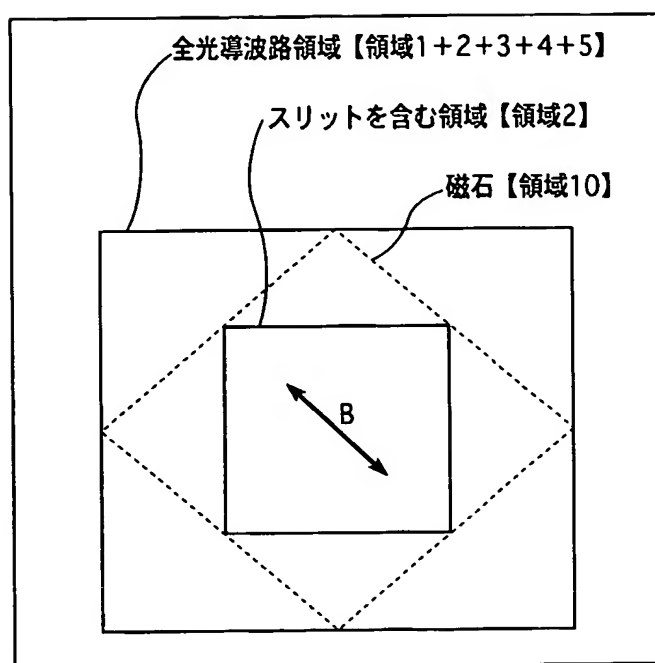
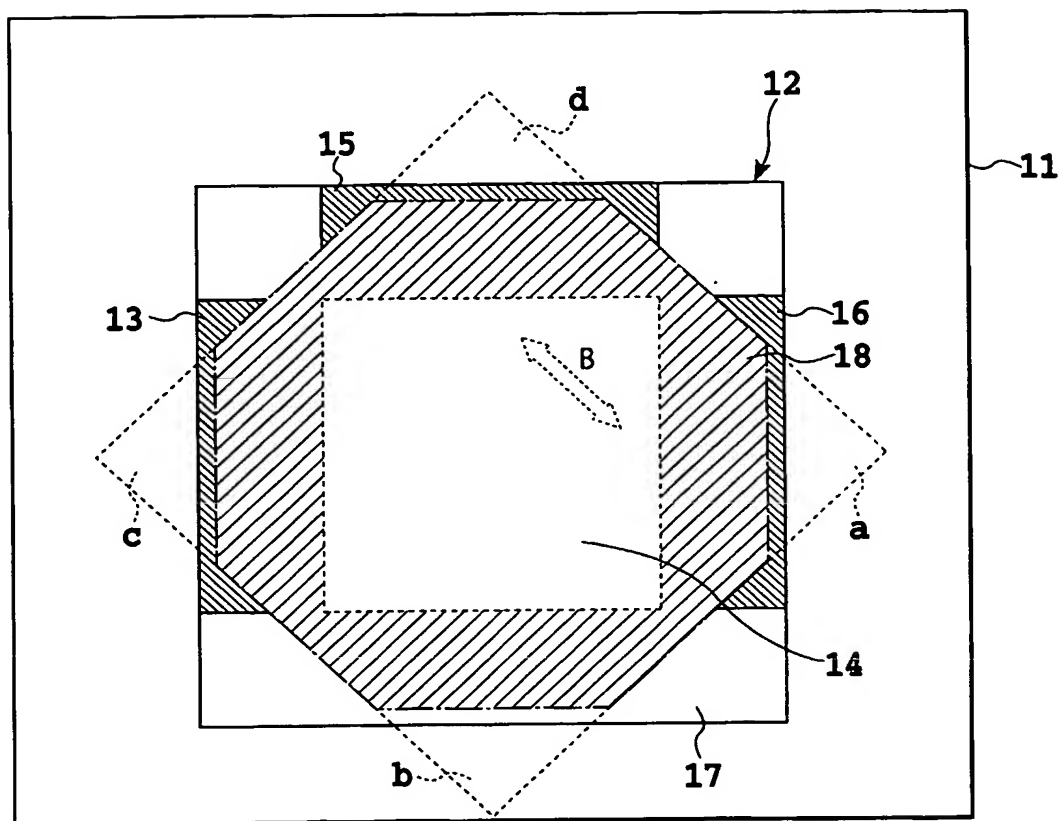


FIG.5

**FIG. 6**

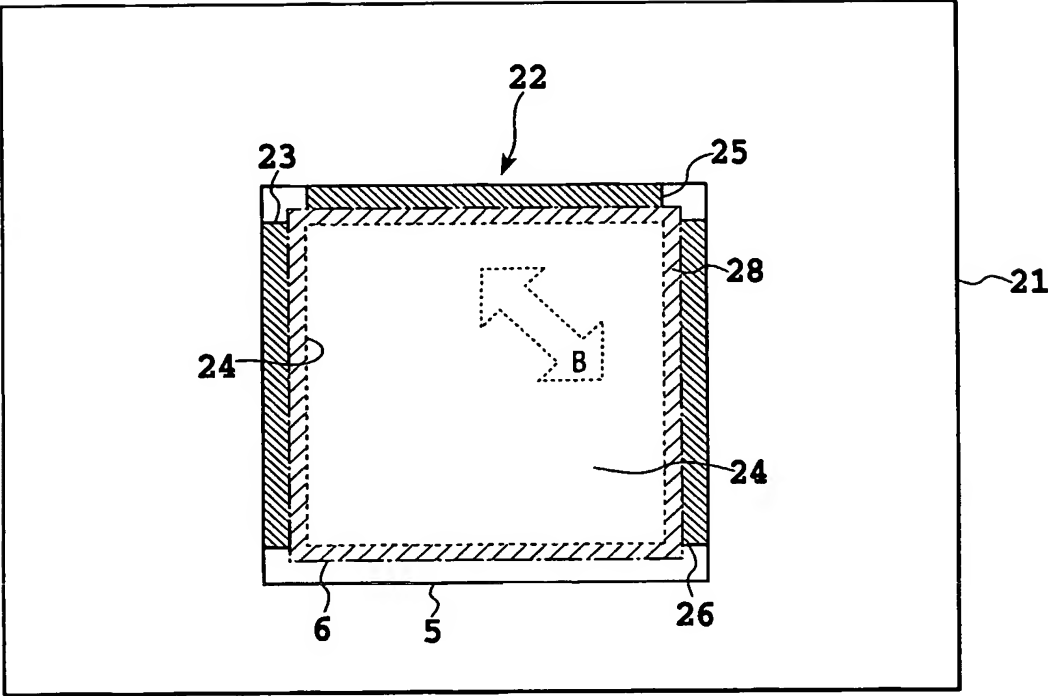


FIG.7

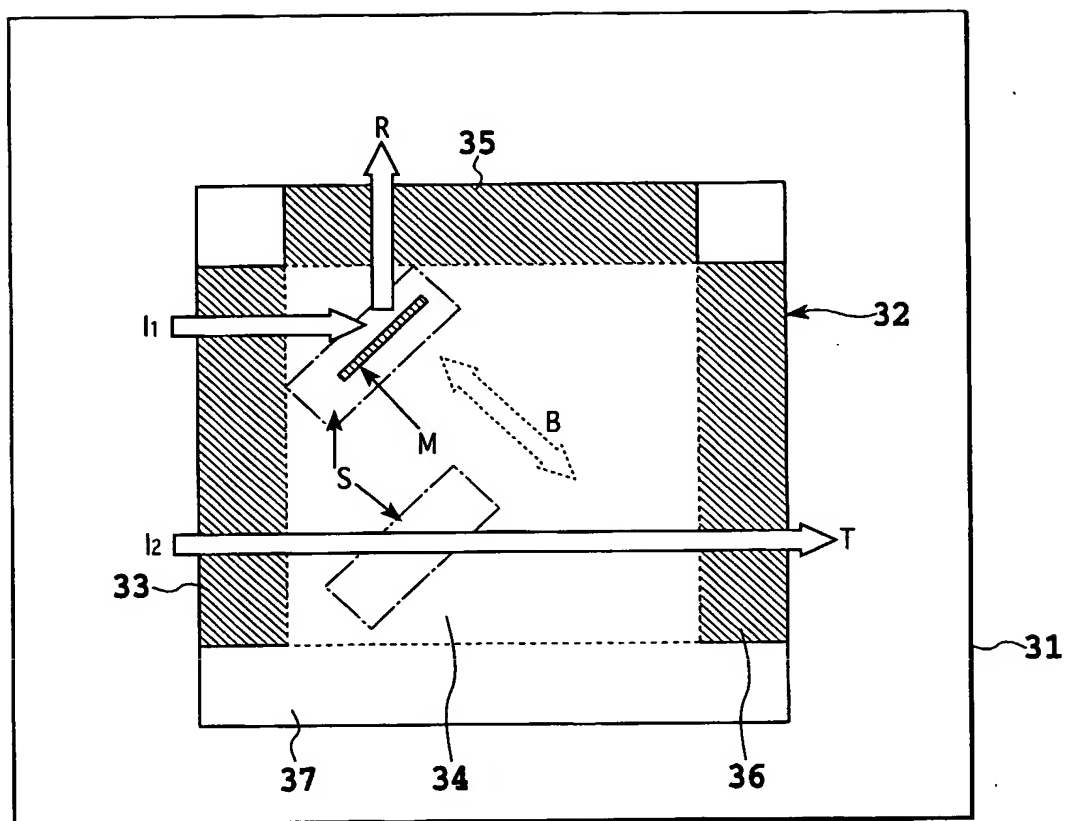


FIG.8

9/13

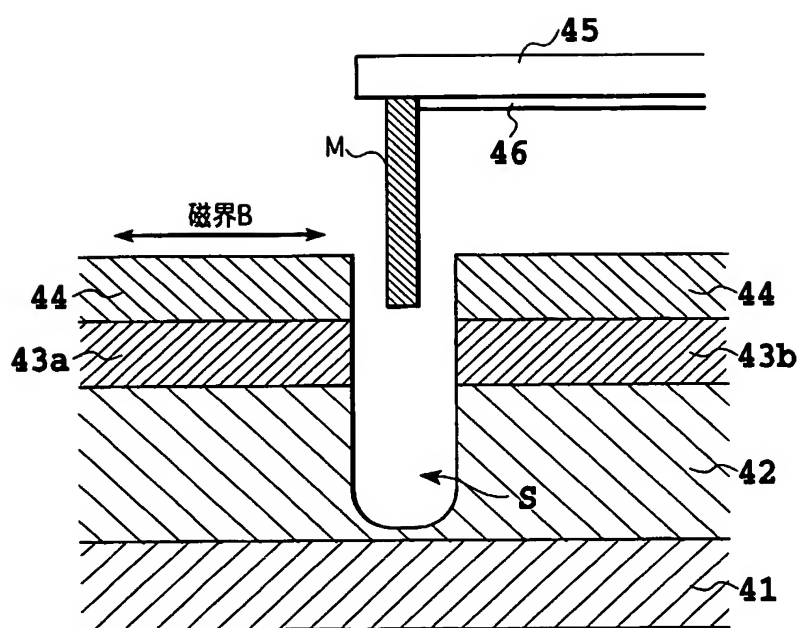


FIG.9

10/13

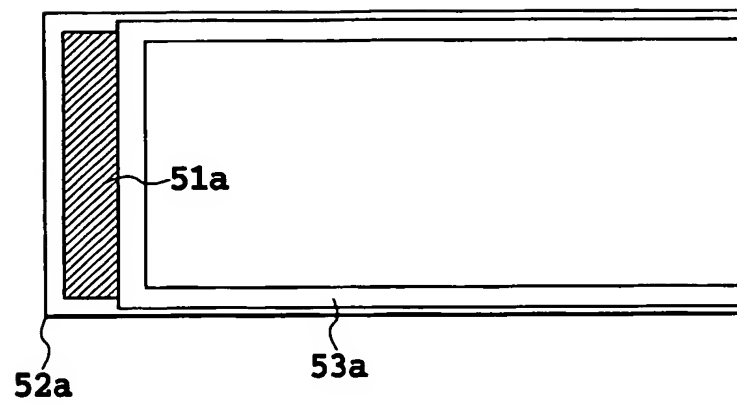


FIG.10A

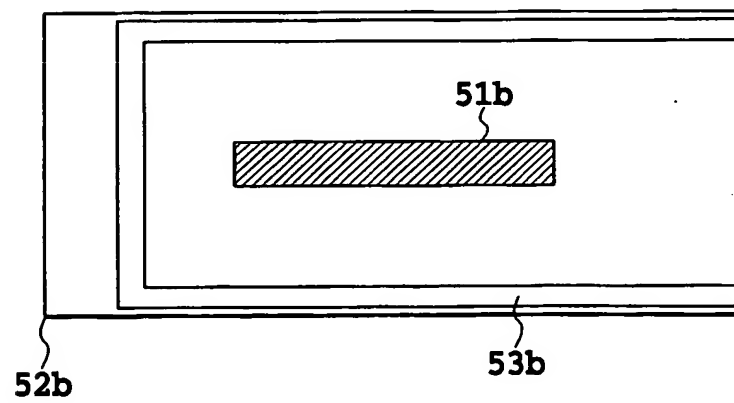


FIG.10B

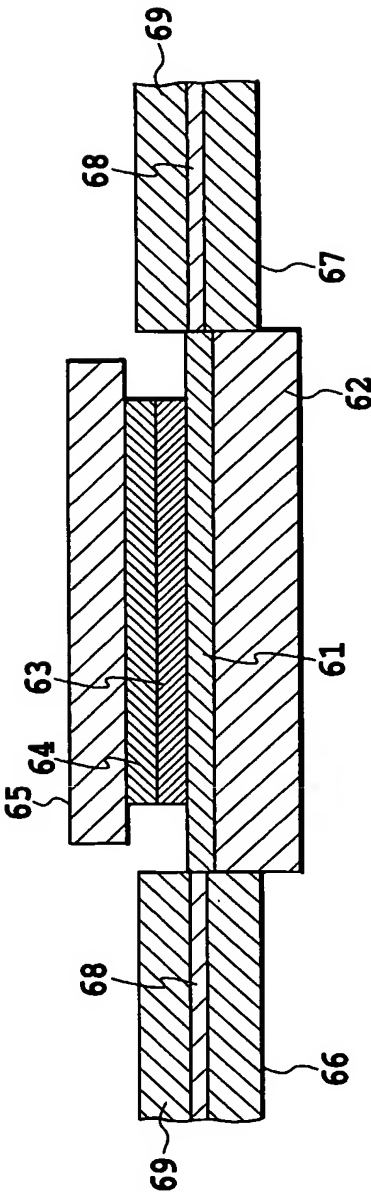


FIG.11

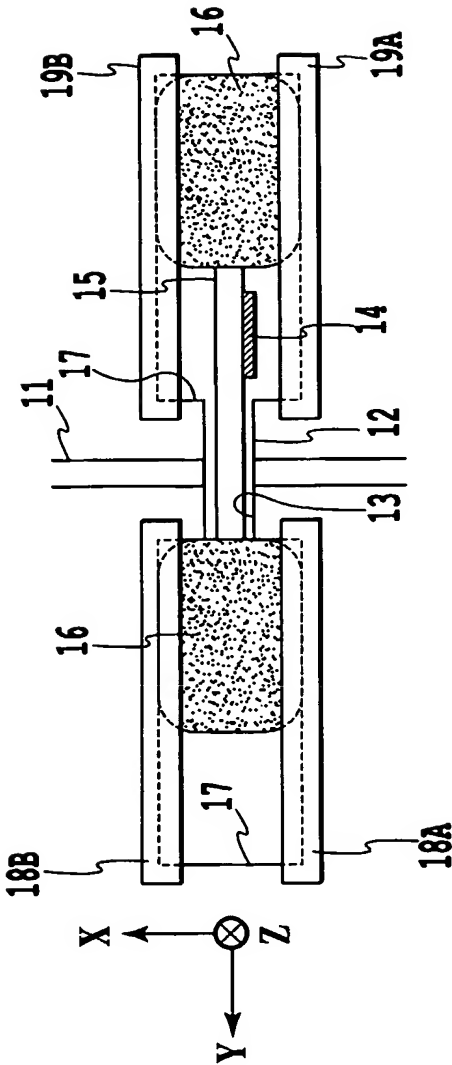


FIG.12

13/13

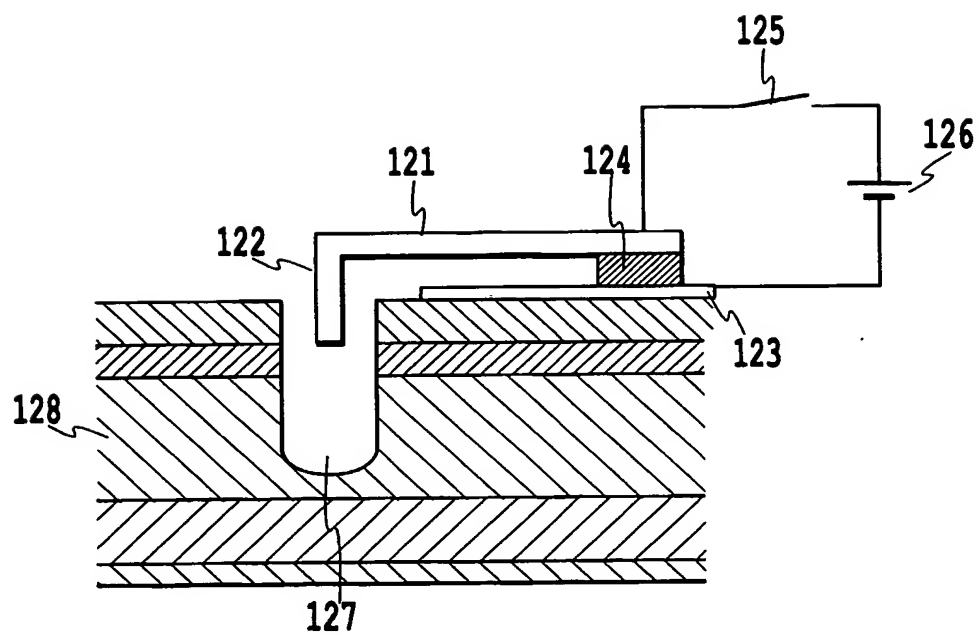


FIG.13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/JP03/03877

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G02B26/08, G02B26/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G02B26/08, G02B26/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2-131210 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 21 May, 1990 (21.05.90), (Family: none)	1-3
A	JP 2003-35875 A (Hitachi, Ltd.), 07 February, 2003 (07.02.03), (Family: none)	1-3

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
23 June, 2003 (23.06.03)Date of mailing of the international search report
08 July, 2003 (08.07.03)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ G 02 B 26 / 08, G 02 B 26 / 02

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ G 02 B 26 / 08, G 02 B 26 / 02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公案 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

INSPEC

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2-131210 A (日本電信電話株式会社) 1990. 5. 21, (ファミリーなし)	1-3
A	JP 2003-35875 A (株式会社日立製作所) 2003. 2. 7, (ファミリーなし)	1-3

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

23. 06. 03

国際調査報告の発送日

08.07.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA / JP)
 郵便番号 100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田部 元史

2 X

8708

電話番号 03-3581-1101 内線 3293

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.